

氏名 沈 風 華

学 位 の 種 類 学 術 博 士

学 位 授 与 番 号 博 甲 第 850 号

学 位 授 与 の 日 付 平成 2 年 3 月 28 日

学 位 授 与 の 要 件 自然科学研究科システム科学専攻

(学位規則第 5 条第 1 項該当)

学 位 論 文 題 目 細管内流れにおける溶質分散に関する研究

論 文 審 査 委 員 教授 高橋照男 教授 佐山隼敏 教授 和田 力

教授 三浦嘉也 教授 山本恭二

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は理論と実験の両面から化学工学や流体力学などの基礎問題である細管内流れにおける溶質分散現象を解析したものである。Taylor が 1953 年に初めてこの問題を提起して以来、既に多くの研究が行われてきたが、この問題を表す偏微分方程式の厳密解を求めるのは難しいため、まだ満足な解を得ていないのが現状である。本研究ではまず Bailey と Gogarty の方法に基づき、Taylor の対流拡散方程式を数値解析法で解析することを改めて試みた。得られた数値解は既往の解に比べ、精度が高く適用範囲が広くしかも計算が簡単であるなどの利点がある。また、分散の初期段階で応答曲線にダブルピークが現れることは Taylor 拡散問題の重要な特徴の一つであり、本研究により初めてこの領域における定量的な実験結果を与えた。実験結果は本研究の数値解と一致することを確認した。更に、コイル管ではこれまで測定が困難とされてきた高い Schmidt 数領域における溶質の軸方向分散係数を改めて測定し、既往の数値解析と一致する結果を得た。本研究の応用についても若干の例を示した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、円管内の対流拡散現象を表す偏微分方程式を Taylor が 1953 年に提示して以来の研究の概要を序論で述べ、細管内流れを利用した先端的高度分離装置の開発を臨んだ本研究の目的をまず示している。

第 1 章では、Taylor の対流拡散方程式を数値解析するため、無次元化式にしたうえで計算方法の改良を試みた。得られた数値解は精度、適用範囲、計算の簡単な点などで利点が認められ、物質収支をとることで解析結果の精度改善に成功した。

第2章では、ダブルピーク現象に着目し、分散の初期過程について数値解析と実験の双方から解明に取り組み、溶質分子の分散挙動を実験的に明らかにした。

第3章では、本研究で開発した実験装置を用いて高いシュミット数領域での研究を試行し、コイル管内での軸方向分散係数の測定を行った。

第4章では、細管内流れに伴う溶質分散研究の応用例として、フローインジェクション分析及びクロマトグラフィーの装置設計や操作条件の最適化、液中での分子拡散係数の測定などへ利用する方法について述べているが、特に後者は水溶液中での拡散係数測定を容易にすることはもとより、分子レベルでの化学工学の基礎研究としても今後の発展性が期待される。

以上の論文内容等について審査した結果、本研究は学術上寄与するところが少ない。

よって、本論文は学術博士の学位論文に値するものと認める。